
**Véhicules routiers — Perturbations
électriques par conduction et par
couplage —**

**Partie 2:
Transmission des perturbations
électriques transitoires par conduction
uniquement le long des lignes
d'alimentation**

*Road vehicles — Electrical disturbances from conduction and
coupling — standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-
32499905b44c/iso-7637-2-2004
Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only*



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 7637-2:2004](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-32f99905b44c/iso-7637-2-2004)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-32f99905b44c/iso-7637-2-2004>

© ISO 2004

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

| | |
|--|-----------|
| Avant-propos | iv |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Références normatives | 1 |
| 3 Termes et définitions | 1 |
| 4 Mode opératoire des essais | 1 |
| 4.1 Généralités | 1 |
| 4.2 Température d'essai et tension d'essai | 2 |
| 4.3 Essai en tension des émissions de transitoires | 2 |
| 4.4 Essai d'immunité aux transitoires | 4 |
| 5 Description des instruments d'essai et spécifications | 6 |
| 5.1 Réseau artificiel | 6 |
| 5.2 Résistance en parallèle, R_S | 7 |
| 5.3 Interrupteur, S | 7 |
| 5.4 Alimentation | 8 |
| 5.5 Instruments de mesure | 9 |
| 5.5.1 Oscilloscope | 9 |
| 5.5.2 Sonde de tension | 9 |
| 5.5.3 Équipement de capture du signal | 9 |
| 5.6 Générateur d'impulsions d'essai pour les essais d'immunité | 9 |
| 5.6.1 Impulsion d'essai 1 | 10 |
| 5.6.2 Impulsions d'essai 2a et 2b | 11 |
| 5.6.3 Impulsions d'essai 3a et 3b | 13 |
| 5.6.4 Impulsion d'essai 4 | 15 |
| 5.6.5 Impulsions d'essai 5a et 5b | 16 |
| Annexe A (normative) Classification des degrés de gravité de mauvais fonctionnement | 18 |
| Annexe B (informative) Technique générale d'amélioration de la compatibilité électromagnétique d'un dispositif | 23 |
| Annexe C (normative) Évaluation des émissions transitoires — Courbe de tension | 24 |
| Annexe D (normative) Méthode de vérification du générateur d'impulsions d'essai | 27 |
| Annexe E (informative) Détermination de l'énergie disponible du générateur d'impulsions | 30 |
| Annexe F (informative) Origine des transitoires dans le réseau électrique des véhicules routiers | 34 |

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 7637-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 22, *Véhicules routiers*, sous-comité SC 3, *Équipement électrique et électronique*. (standards.iteh.ai)

Cette deuxième édition de l'ISO 7637-2 annule et remplace l'ISO 7637-1:1990 et l'ISO 7637-2:1990, qui ont fait l'objet d'une révision technique. L'ISO 7637-1:2002 a annulé et remplacé l'ISO 7637-0:1990.

L'ISO 7637 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Véhicules routiers — Perturbations électriques par conduction et par couplage*:

- *Partie 1: Définitions et généralités*
- *Partie 2: Transmission des perturbations électriques transitoires par conduction uniquement le long des lignes d'alimentation*
- *Partie 3: Transmission des perturbations électriques par couplage capacitif ou inductif le long des lignes autres que les lignes*

La présente version corrigée de l'ISO 7637-2:2004 incorpore les corrections suivantes.

- Dans le Tableau 4, la valeur « $\left(10 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix} \right) \mu\text{s}$ » du paramètre t_r a été remplacée par « $\left(1 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,5 \end{smallmatrix} \right) \mu\text{s}$ ».
- Quelques corrections typographiques ont été apportées.

Véhicules routiers — Perturbations électriques par conduction et par couplage —

Partie 2:

Transmission des perturbations électriques transitoires par conduction uniquement le long des lignes d'alimentation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 7637 spécifie des essais sur banc permettant de vérifier la compatibilité des dispositifs installés sur les voitures particulières et sur les utilitaires légers équipés d'un réseau de bord de 12 V, ou sur les utilitaires équipés d'un réseau de bord de 24 V, avec les transitoires électriques transmis par conduction. Les essais décrits sont relatifs à l'injection et au mesurage des transitoires. La présente partie de l'ISO 7637 donne également une classification des degrés de gravité de mauvais fonctionnement relative à l'immunité aux transitoires. Elle est applicable aux types de véhicules routiers spécifiés ci-dessus, indépendamment de leur système de propulsion (par exemple moteur à allumage commandé ou moteur à allumage par compression, moteur électrique).

2 Références normatives

ISO 7637-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-3299905b41c/iso-7637-2-2004>

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 7637-1:2002, *Véhicules routiers — Perturbations électriques par conduction et par couplage — Partie 1: Définitions et généralités*

ISO 8854:1988, *Véhicules routiers — Alternateurs avec régulateur — Méthodes d'essai et conditions générales*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7637-1 s'appliquent.

4 Mode opératoire des essais

4.1 Généralités

Ces essais, permettant de mesurer l'émission de transitoires sur les lignes d'alimentation et l'immunité des équipements à ces transitoires, sont appelés «essais sur banc» et sont effectués en laboratoire.

Les méthodes d'essai, certaines desquelles nécessitent l'emploi du réseau artificiel, fournissent des résultats comparables entre différents laboratoires. Elles fournissent également une base de développement de dispositifs et de systèmes et peuvent être utilisées pendant la phase de production (voir l'Annexe B).

Pour appliquer une méthode d'essai sur banc pour l'évaluation de l'immunité d'un dispositif aux transitoires transmis par conduction le long des lignes d'alimentation, on peut utiliser un générateur d'impulsions d'essai; il est possible que ce dernier ne couvre pas tous les types de transitoires qui peuvent apparaître sur un véhicule. C'est pourquoi, les impulsions d'essai décrites en 5.6 sont caractéristiques d'impulsions types.

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'appliquer des impulsions d'essai supplémentaires. Cependant, certaines impulsions d'essai peuvent être négligées si un dispositif, compte tenu de son fonctionnement ou de sa connexion, n'est pas influencé par des transitoires comparables sur le véhicule. L'une des responsabilités des constructeurs de véhicules consiste à définir les impulsions d'essai requises pour un dispositif spécifique.

Sauf indication contraire, toutes les variables utilisées ont une tolérance de $\pm 10\%$.

4.2 Température d'essai et tension d'essai

La température ambiante pendant l'essai doit être de $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Les tensions d'essai doivent être conformes au Tableau 1. Cependant, en cas d'accord spécifique entre les utilisateurs de la présente partie de l'ISO 7637, d'autres valeurs peuvent être utilisées et elles doivent alors être mentionnées dans les rapports d'essai.

Tableau 1 — Tensions d'essai

| Tension d'essai | Réseau de bord de 12 V | Réseau de bord de 24 V |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| U_A | $13,5 \pm 0,5$ | 27 ± 1 |
| U_B | $12 \pm 0,2$ | $24 \pm 0,4$ |

4.3 Essai en tension des émissions de transitoires

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-090909090909/iso-7637-2-2004>

Le présent paragraphe spécifie un mode opératoire d'essai visant à évaluer le comportement des composants électriques et électroniques pour automobile d'un dispositif soumis à l'essai (DSE), considéré comme source potentielle de perturbations transmises par conduction, en cas d'émissions de transitoires transmis par conduction le long de lignes alimentées par la batterie ou de lignes d'alimentation commutée.

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que l'environnement électromagnétique ne perturbe pas le dispositif de mesurage.

Les transitoires en tension émis par la source de perturbation, c'est-à-dire le DSE, sont mesurés au moyen d'un réseau artificiel qui permet de normaliser l'impédance de charge du DSE (voir 5.1). La source de perturbation est connectée par l'intermédiaire du réseau artificiel à une résistance en parallèle, R_s (voir 5.2), à l'interrupteur, S (voir 5.3), et à l'alimentation (voir 5.4), comme représenté à la Figure 1 a) ou b).

Toutes les connexions entre le réseau artificiel, l'interrupteur et le DSE doivent être à une distance de (50^{+10}_0) mm au-dessus du plan de masse métallique.

La taille des câbles doit être choisie conformément aux conditions réelles d'utilisation dans le véhicule (c'est-à-dire que le câblage doit pouvoir admettre le courant d'alimentation du DSE) et après accord entre le constructeur du véhicule et le fournisseur.

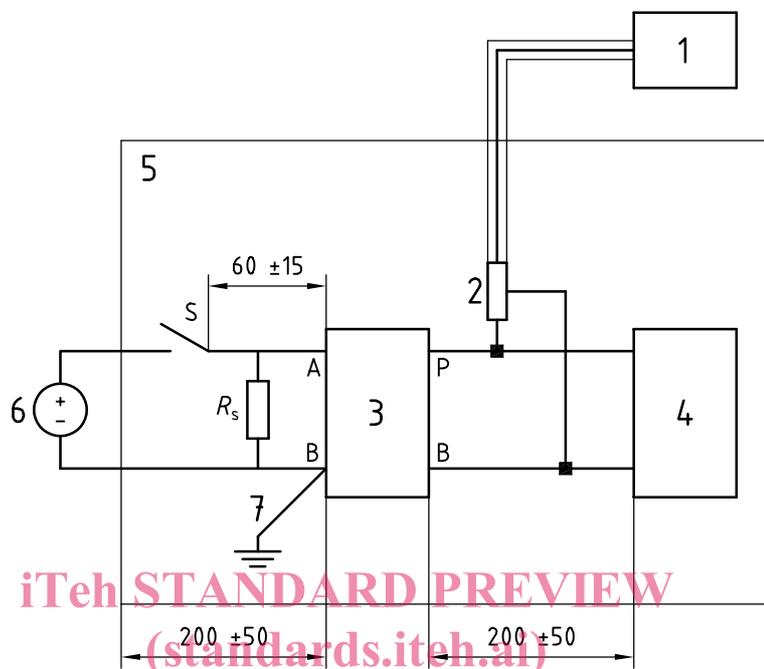
Si aucune exigence n'est spécifiée dans le plan d'essai, le DSE doit être placé sur un matériau non-conducteur, à (50^{+10}_0) mm au-dessus du plan de masse.

La tension de perturbation doit être mesurée aussi près que possible des bornes du DSE [voir Figure 1 a) ou b)] au moyen d'une sonde de tension (voir 5.5.2) et d'un oscilloscope (voir 5.5.1) ou d'un équipement de capture de signal (voir 5.5.3).

Pour le mesurage des transitoires répétitifs, l'interrupteur S doit être fermé. Un transitoire dû à une déconnexion de l'alimentation doit être mesuré au moment de l'ouverture de l'interrupteur S.

Pour les méthodes d'évaluation et les valeurs, voir l'Annexe C.

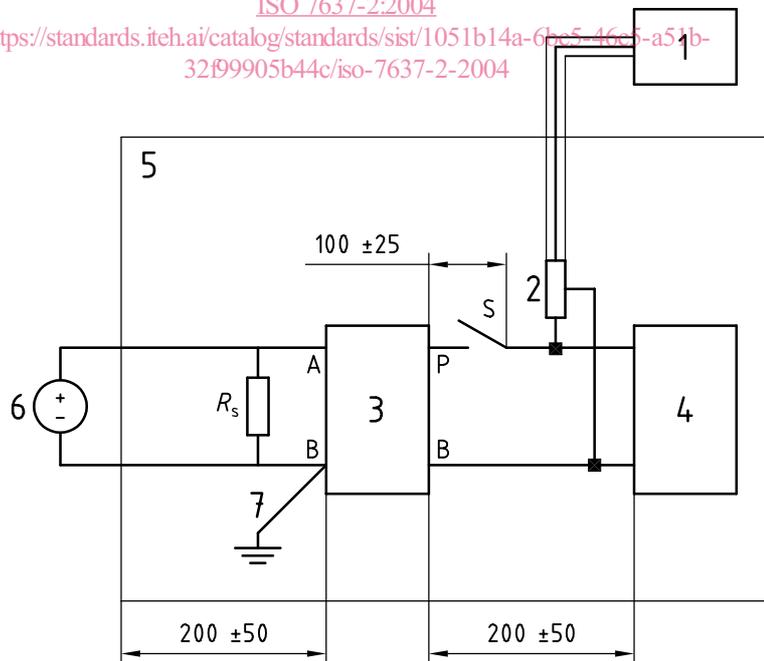
Dimensions en millimètres
Le plan n'est pas à l'échelle



a) Impulsions lentes (plage dans les millisecondes ou inférieure)

ISO 7637-2:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6be5-46e5-a51b-32f99905b44c/iso-7637-2-2004>



b) Impulsions rapides (plage comprise entre les nanosecondes et les microsecondes)

Légende

- | | | | | | |
|---|----------------------------|---|-----------------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | oscilloscope ou équivalent | 4 | DSE (source de transitoire) | 7 | connexion de masse; longueur < 100 mm |
| 2 | sonde de tension | 5 | plan de masse | | |
| 3 | réseau artificiel | 6 | alimentation | | |

NOTE Pour A, B et P, voir la Figure 3.

Figure 1 — Montage de l'essai en tension des émissions de transitoires

Il est particulièrement intéressant d'effectuer les mesurages dans les conditions suivantes du DSE: au moment de la mise en marche et de l'arrêt du DSE et pendant l'utilisation de ses différents modes de fonctionnement. Les conditions exactes de fonctionnement du DSE doivent être spécifiées dans le plan d'essai.

La fréquence d'échantillonnage et le niveau de déclenchement doivent être sélectionnés pour capter un signal affichant la durée totale du transitoire et avec une résolution suffisante pour afficher la partie positive et la partie négative maximales du transitoire.

En utilisant la fréquence d'échantillonnage et le niveau de déclenchement appropriés, il faut enregistrer l'amplitude en tension en actionnant le DSE conformément au plan d'essai. D'autres paramètres du transitoire, comme le temps de montée, le temps de descente et la durée du transitoire, peuvent également être enregistrés. Sauf indication contraire, il est nécessaire de capter dix signaux. Seuls les signaux possédant l'amplitude positive et l'amplitude négative maximales doivent être mentionnés (avec les paramètres associés).

Le transitoire mesuré doit être évalué conformément à l'Annexe C. Toutes les informations et résultats d'essais pertinents doivent être enregistrés dans le rapport. Si cela est exigé par le plan d'essai, inclure les résultats de l'évaluation du transitoire du point de vue de l'objectif de fonctionnement, comme spécifié dans le plan d'essai.

4.4 Essai d'immunité aux transitoires

Le montage d'essai pour le mesurage de l'immunité des équipements électriques et électroniques aux transitoires doit être comme représenté à la Figure 2.

Pour les impulsions d'essai 3a et 3b, les conducteurs reliant les bornes du générateur d'impulsions d'essai au DSE doivent être disposés parallèlement et en ligne droite, à une hauteur de (50^{+10}_0) mm au-dessus du plan de masse, et leur longueur doit être de $(0,5 \pm 0,1)$ m.

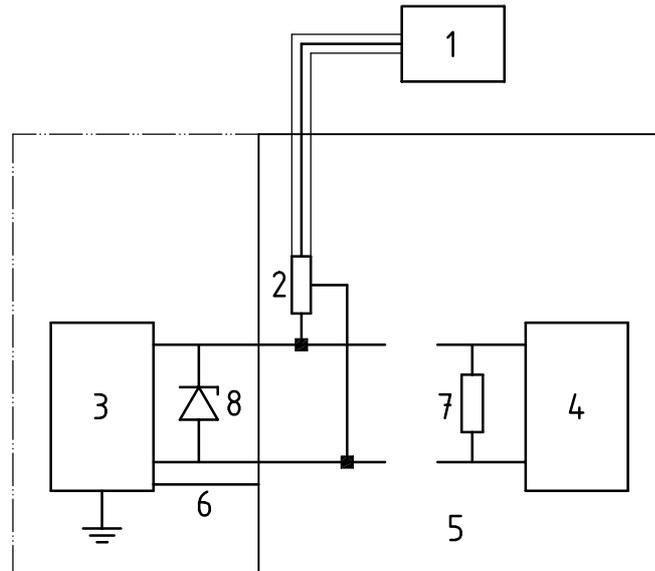
Le générateur d'impulsions d'essai (voir 5.6) est ajusté pour produire la polarité de l'impulsion, l'amplitude, la durée et la résistance voulues lorsque le DSE et la résistance facultative, R_v , sont déconnectés [voir Figure 2 a)]. Sélectionner les valeurs appropriées dans l'Annexe A. Le DSE est ensuite connecté au générateur d'impulsions [voir Figure 2 b)] tandis que l'oscilloscope est déconnecté.

Selon les conditions réelles, le fonctionnement du DSE peut être évalué pendant et/ou après l'application des impulsions d'essai.

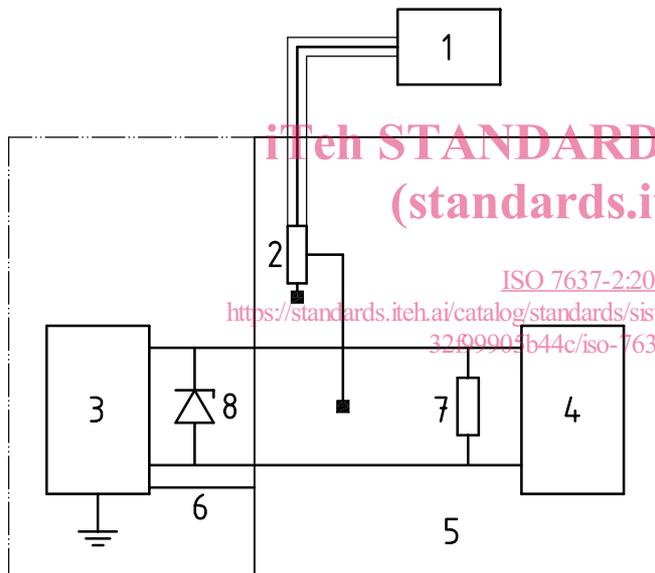
Il peut être nécessaire, pour générer correctement les impulsions d'essai requises, de mettre l'alimentation en circuit et hors circuit. Cette commutation peut être assurée par le générateur d'impulsions d'essai s'il est à alimentation intégrée.

L'une des méthodes de simulation du signal d'un alternateur avec suppression centralisée du transitoire de rupture soudaine de charge (voir Figure 12) consiste à connecter une diode d'antiparasitage (ou un pont de diodes) aux bornes de sortie du générateur d'impulsions d'essai [voir Figure 2 a) et b)]. Comme une diode unique présente généralement une variation d'une pièce à l'autre et peut ne pas être en mesure d'admettre les forts courants de l'alternateur, l'emploi d'un pont de diodes [la Figure 2 c) en présente un exemple] est recommandé. Il faut utiliser le même générateur pour les impulsions d'essai 5a et 5b.

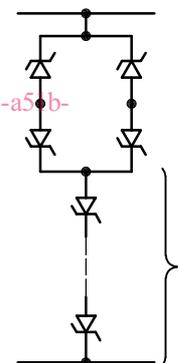
Les diodes d'antiparasitage et les niveaux de tension supprimés (tension de fixation de niveau) utilisés par les différents constructeurs d'automobiles ne sont pas normalisés. Le fournisseur (les fabricants de pièces) doit donc rechercher auprès du constructeur les informations nécessaires concernant les spécifications des diodes et de la tension de fixation de niveau pour pouvoir effectuer cet essai. Des diodes simples sont ajoutées au pont de diodes, selon les besoins, pour fournir la tension de fixation de niveau spécifiée.



a) Ajustement des impulsions



b) Injection des impulsions



c) Exemple de pont de diodes d'antiparasitage pour l'impulsion d'essai 5b exclusivement

Légende

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | oscilloscope ou équivalent | 5 | plan de masse |
| 2 | sonde de tension | 6 | connexion de masse (longueur maximale pour l'impulsion d'essai 3: 100 mm) |
| 3 | générateur d'impulsions d'essai avec résistance d'alimentation interne, R_i | 7 | résistance facultative (R_v) ^a |
| 4 | DSE | 8 | pont de diodes facultatif ^b |

^a Pour simuler la charge du réseau du véhicule exclusivement pour les impulsions 5a et 5b d'essai de rupture soudaine de charge. En cas d'utilisation d'une résistance de ce type, la valeur de R_v doit être spécifiée dans le plan d'essai (valeur type comprise entre 0,7 Ω et 40 Ω).

^b Pour la simulation du signal de rupture soudaine de charge pour un alternateur avec suppression centralisée de ce transitoire pour l'impulsion d'essai 5b exclusivement [voir la Figure 2 c)].

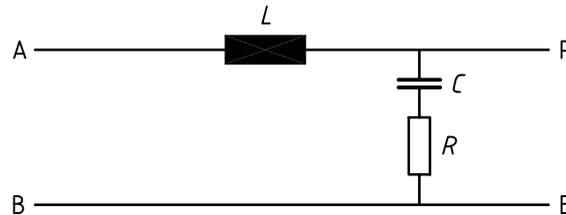
^c Ajouter les diodes polarisées dans le sens direct nécessaires à l'obtention de la tension maximale en circuit ouvert (supprimée).

Figure 2 — Montage de l'essai d'immunité aux transitoires

5 Description des instruments d'essai et spécifications

5.1 Réseau artificiel

Le réseau artificiel sert de système de référence, à la place de l'impédance du faisceau de câbles du véhicule, pour déterminer en laboratoire le comportement de l'équipement et des dispositifs électriques et électroniques. Un exemple de schéma de ce réseau est donné à la Figure 3.



Légende

- A borne de l'alimentation
- B borne commune (peut être mise à la terre)
- C capacité
- L inductance
- P borne pour le DSE
- R résistance

Principales caractéristiques des composants:

$L = 5 \mu\text{H}$ (bobinage sans noyau magnétique)

Résistance interne entre les bornes P et A: $< 5 \text{ m}\Omega$

$C = 0,1 \mu\text{F}$ pour des tensions de service de 200 V c.a. et de 1 500 V c.c.

$R = 50 \Omega$

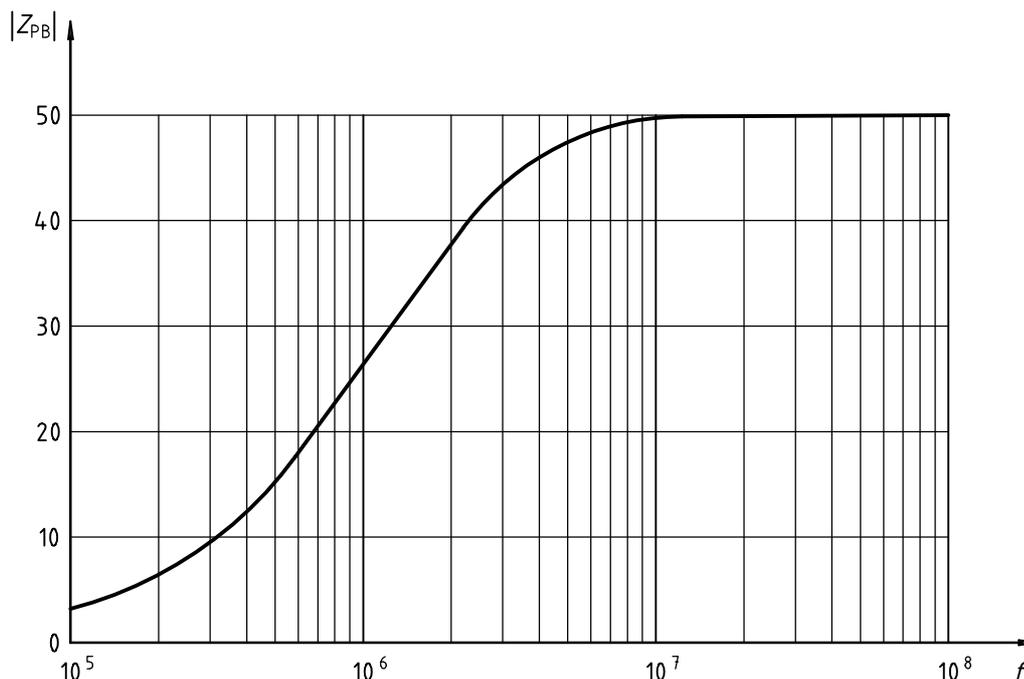
iTeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 7637-2:2004
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1051b14a-6bc5-46c5-a51b-32f99905b44c/iso-7637-2-2004>

Figure 3 — Exemple de schéma de réseau artificiel

Le réseau artificiel doit être capable de supporter une charge continue correspondant aux exigences du DSE.

Les valeurs résultantes de l'impédance, $|Z_{PB}|$, mesurées entre les bornes P et B pendant que les bornes A et B sont court-circuitées, sont données à la Figure 4 en fonction de la fréquence et en supposant des composants électriques idéaux. Dans la réalité, l'impédance d'un réseau artificiel ne doit pas s'écarter de plus de 10 % de la courbe représentée à la Figure 4.

Si le réseau artificiel se trouve dans un boîtier métallique, il doit être placé à plat sur le plan de masse et la borne de masse du côté de la source d'alimentation doit être connectée au plan de masse comme représenté à la Figure 1 a) et b).



Légende

$|Z_{PB}|$ impédance (Ω)
 f fréquence (Hz)

Figure 4 — Impédance, $|Z_{PB}|$, en fonction de la fréquence entre 100 kHz et 100 MHz
 (A et B étant court-circuitées)

5.2 Résistance en parallèle, R_s

La résistance en parallèle, R_s , (voir Figure 1) simule la résistance en courant continu d'autres dispositifs du véhicule qui sont connectés en parallèle au DSE, et qui n'en sont pas déconnectés par l'interrupteur d'allumage. R_s est choisie de manière à correspondre à la résistance mesurée sur le faisceau de câbles du véhicule, entre la borne de l'interrupteur d'allumage et la masse, lorsque l'interrupteur est coupé, et sa valeur doit être spécifiée par le constructeur du véhicule. En l'absence de toute spécification, une valeur de $R_s = 40 \Omega$ doit être utilisée. En cas d'utilisation d'une résistance bobinée, l'enroulement doit être bifilaire (c'est-à-dire avec une composante réactive minimale).

Pour simuler les conditions correspondant au pire des cas, R_s peut être mise hors tension.

5.3 Interrupteur, S

Le dispositif de commutation, S, peut être placé d'un côté ou de l'autre du réseau artificiel, comme le représente la Figure 1, en fonction de l'application réelle. Pour le mesurage des transitoires rapides ($t_d \approx$ plage des μs), il est nécessaire d'actionner l'interrupteur situé du côté du DSE du réseau artificiel.

Pendant l'essai, un seul des dispositifs de commutation de la Figure 1 doit être actionné (le contact de l'autre dispositif de commutation doit être fermé). La sélection du dispositif de commutation doit être spécifiée dans le plan d'essai, avant l'essai, et elle doit être documentée dans le rapport d'essai.

Les caractéristiques des transitoires perturbateurs étant notablement influencées par l'interrupteur S, les dispositifs de commutation recommandés sont décrits ci-dessous.

- Pour le mesurage de transitoires haute tension (d'amplitudes supérieures à 400 V), le dispositif de commutation recommandé est un interrupteur de série normalisé utilisé dans le véhicule avec le DSE. En

l'absence d'un dispositif de ce type, il convient d'utiliser un relais automobile possédant les caractéristiques suivantes:

- pouvoir de coupure, $I = 30$ A, charge continue, résistive;
- matériau pour contacts: argent de haute pureté;
- pas de suppression sur le contact de relais;
- contact à une seule/à deux positions, électriquement isolé du circuit de la bobine;
- bobine avec élimination des transitoires.

Le relais de commutation doit être remplacé en cas de dégradation significative du contact.

b) Une évaluation précise de la perturbation n'est possible que si l'on utilise un interrupteur aux propriétés reproductibles. Un interrupteur électronique est donc proposé pour cet usage. Il est probable qu'avec ce type d'interrupteur l'amplitude des perturbations sera supérieure à celle normalement obtenue avec des interrupteurs conventionnels (formation d'un arc). Il faut en tenir compte au moment de l'évaluation des résultats de l'essai. L'interrupteur électronique est particulièrement adapté pour contrôler le fonctionnement des dispositifs d'antiparasitage utilisés. Pour le mesurage des transitoires basse tension (d'amplitude inférieure à 400 V) tels que ceux qui sont produits par des sources avec élimination des transitoires, le dispositif de commutation recommandé est un interrupteur électronique dont les caractéristiques sont les suivantes:

- tension maximale, $U_{\max} = 400$ V à 25 A;
- courant maximal, $I_{\max} = 25$ A en continu, 100 A pour $\Delta t \leq 1$ s;
- chute de tension, $\Delta U \leq 1$ V à 25 A;
- tensions d'essai, $U_{A1} = 13,5$ V, $U_{A2} = 27$ V;
- temps de commutation, $\Delta t_s = 300$ ns $\pm 20\%$ avec le DSE;
- $R = 0,6 \Omega$, $L = 50 \mu\text{H}$ (1 kHz);
- résistance en parallèle, $R_s = 10 \Omega$, 20Ω , 40Ω et connexion pour résistances externes;
- déclencheur: interne et externe;
- sonde de tension: 1/100.

L'interrupteur doit résister à la mise en court-circuit.

Un réseau artificiel conforme à 5.1 et aux Figures 3 et 4 doit être mis en œuvre, mais il doit être possible de le mettre hors circuit (un réseau artificiel de 50Ω est défini jusqu'à 100 MHz).

5.4 Alimentation

La source d'alimentation continue doit avoir une résistance interne, R_i , inférieure à $0,01 \Omega$ en courant continu et une impédance interne, $Z_i = R_i$, pour les fréquences inférieures à 400 Hz. La tension de sortie ne doit pas varier de plus de 1 V entre la charge 0 et la charge maximale (y compris l'appel de courant) et elle doit récupérer 63 % de son excursion maximale dans un délai de 100 μs . La tension alternative superposée, U_r , ne doit pas dépasser 0,2 V crête à crête et elle doit avoir une fréquence minimale de 400 Hz.

En cas d'utilisation d'une alimentation conventionnelle (avec une intensité de courant admissible suffisante) pour simuler la batterie, il est important que la faible impédance interne de la batterie soit également simulée.

En cas d'utilisation d'une batterie, une source de charge peut être nécessaire pour atteindre les niveaux de référence spécifiés (13,5 V et 27 V respectivement).

5.5 Instruments de mesure

5.5.1 Oscilloscope

Il est préférable d'utiliser un oscilloscope à mémoire numérique (fréquence minimale d'échantillonnage en balayage monocourse égale à 2 GHz/s et 400 MHz de largeur de bande, avec sensibilité d'entrée d'au moins 5 mV/division). Si l'on ne dispose pas d'un oscilloscope à mémoire numérique, il est possible d'utiliser un oscilloscope à mémoire analogique, dont les spécifications minimales doivent être:

- largeur de bande en courant continu d'au moins 400 MHz;
- vitesse d'écriture d'au moins 100 cm/μs;
- sensibilité d'entrée d'au moins 5 mV/division.

L'enregistrement peut être effectué à l'aide d'un appareil photographique pour oscilloscope ou de tout autre appareil enregistreur approprié.

5.5.2 Sonde de tension

Les caractéristiques de la sonde de tension sont les suivantes:

- rapport d'atténuation de 100/1;
- tension d'entrée maximale d'au moins 1 kV;
- impédance d'entrée, Z , et capacité, C , conformes au Tableau 2;
- longueur maximale du câble de la sonde, 3 m;
- longueur maximale du câble de masse de la sonde, 0,13 m.

La longueur des câbles affecte les résultats des mesurages et elle doit être précisée dans le rapport d'essai.

Tableau 2 — Paramètres de la sonde de tension

| f MHz | Z kΩ | C pF |
|------------|-----------|-----------|
| 1 | > 40 | < 4 |
| 10 | > 4 | < 4 |
| 100 | > 0,4 | < 4 |

5.5.3 Équipement de capture du signal

Au lieu d'un oscilloscope, il est possible d'utiliser un équipement capable de capter des signaux transitoires à court temps de montée.

5.6 Générateur d'impulsions d'essai pour les essais d'immunité

Le générateur d'impulsions d'essai doit être capable de produire des impulsions d'essai en circuit ouvert conformes aux paragraphes 5.6.1 à 5.6.5 à la valeur maximale de $|U_s|$. De plus, U_s doit être ajustable dans les limites indiquées dans les Tableaux 3 à 9.

La tension de crête, U_s , doit être ajustée aux niveaux d'essai spécifiés dans l'Annexe A avec une tolérance de $\left(\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)\%$. Les tolérances de temps (t) et de résistance interne (R_i) doivent être de $\pm 20\%$, sauf spécification contraire.

Une méthode de vérification des performances et des tolérances du générateur est décrite à l'Annexe D.

Les valeurs recommandées pour l'évaluation de l'immunité des dispositifs sont données dans l'Annexe A.